

FRANCE NATIONAL INDUSTRIAL PROPERTY INSTITUTE PARIS	(11) Publication No.: <b>2,364,461</b> (to be used only for requests for copies)
--	---

A1

**PATENT APPLICATION**

(21)

**No. 77 27363**

(54)	Electrosurgical device guard circuit and method for use
(51)	International classification (IPC <sup>3</sup> ): G 01 R 31/02; A 61 N 3/00
(22)	Filing date: Sept. 9, 1977 at 3:48 pm
(33) (32) (31)	Priority claim: Patent application No. 721,821 filed in the United States of America on September 9, 1976 by David Whittlesey Newton and Frank Arthur Alford.
(41)	Date of publication of application in the BOPI (France's Patent Office Official Gazette) - Lists No. 14 of April 7, 1978
(71)	Applicant: VALLEYLAB INC. of the USA
(72)	Inventor:
(73)	Patentee: same as 71
(74)	Agent: Cabinet Beau de Lomenie, 55 rue d'Amsterdam, 75008 Paris

**CLAIMS**

1. An electrosurgical generator characterized in that it comprises a high-frequency generator, an electrosurgical instrument comprising an active electrode suitable for use in a patient, a live conductor carrying current from said generator to said active electrode, a patient electrode arranged for being connected to the patient and to create a low-impedance circuit for the current from said active electrode, a patient conductor carrying the current from said patient electrode back to said generator, and a guard circuit intended for detecting only an excess current in the live conductor relative to the patient conductor current, thus indicating a discontinuity in a patient circuit comprising said patient electrode and said patient conductor.

A1

DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 77 27363

(54) Circuit de sécurité d'appareil électrochirurgical et son procédé d'utilisation.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). G 01 R 31/02; A 61 N 3/00.

(22) Date de dépôt ..... 9 septembre 1977, à 15 h 48 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux Etats-Unis d'Amérique le 9 septembre 1976, n. 721.821 aux noms de David Whittlesey Newton et Frank Arthur Alford.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 14 du 7-4-1978.

(71) Déposant : Société dite : VALLEYLAB INC., résidant aux Etats-Unis d'Amérique.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie, 55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un circuit de sécurité destiné à un appareil électro-chirurgical, ainsi qu'un procédé d'utilisation de ce circuit.

Différents circuits de sécurité ont déjà été décrits pour les  
5 appareils électro-chirurgicaux. Par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 683 923 décrit un circuit qui détecte, entre autre, une discontinuité dans le circuit du malade, ce circuit comprenant le malade ou une électrode indifférente et le conducteur qui lui est connecté. Une telle discontinuité peut se produire  
10 par exemple lorsque le malade n'est plus en contact avec son électrode ou qu'une rupture se produit dans son conducteur. Le courant provenant de l'électrode active s'écoule à la masse par un circuit de retour en courant alternatif chaque fois qu'une telle discontinuité se produit. Ce circuit peut être présenté par une électrode  
15 de contrôle fixée au corps du malade ou tout autre objet à la masse avec lequel il est en contact par inadvertance. Etant donné qu'une électrode de contrôle ou autre peut être en contact avec le malade sur une très petite surface, la densité de courant est alors très élevée et tend à brûler le malade. Par ailleurs, étant  
20 donné que l'électrode de contrôle ou autre peut être recouverte par un drap, la brûlure peut se produire pendant une période substantielle avant d'être détectée. Il est donc très important qu'un dispositif approprié soit prévu pour détecter une discontinuité dans le circuit du malade et pour entreprendre une action appropriée à cette détection, par exemple le déclenchement d'une alarme sonore et/ou l'arrêt du générateur.

Le dispositif décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 383 923 précité détecte une discontinuité dans le circuit du malade en mesurant la différence entre le courant à haute  
30 fréquence dans le conducteur actif et celui dans le conducteur du malade. Une alarme est déclenchée chaque fois que cette différence dépasse un seuil prédéterminé. En particulier, l'alarme est déclenchée lorsque le courant dans le conducteur actif dépasse le courant dans le conducteur du malade de la valeur seuil,  
35 ou réciproquement, c'est à dire quand le courant dans le conducteur du malade dépasse celui dans le conducteur actif. Ce résultat est obtenu grâce au fait que la différence est mesurée entre les courants à haute fréquence dans le conducteur actif et celui

du malade. Mais la condition dangereuse correspondant à une discontinuité du circuit du malade se présente lorsque le courant dans le conducteur actif dépasse celui dans le conducteur du malade. En fait, le courant à haute fréquence dans le conducteur du malade peut dépasser celui dans le conducteur actif sans danger pour le malade. Ainsi, si deux générateurs électro-chirurgicaux avec deux instruments respectifs sont en contact avec le corps du malade, comme cela est quelquefois le cas, et que l'un des instruments intervient et l'autre non, le courant dans l'instrument qui intervient se divise entre les conducteurs du malade des deux générateurs, de sorte que le courant du malade dans le générateur n'intervenant pas dépasse celui dans son conducteur actif. Avec un circuit de sécurité tel que celui décrit dans le brevet précité, cette condition déclenche une alarme gênante c'est à dire une alarme lorsque le malade n'est pas en danger.

L'invention a donc pour objet essentiel de proposer un circuit de sécurité destiné à un générateur électro-chirurgical, qui n'est sensible qu'à un excès du courant dans le conducteur actif sur le courant dans le conducteur du malade, de manière à détecter une discontinuité dans le circuit du conducteur du malade sans déclencher d'alarme gênante lorsque le courant dans le conducteur du malade dépasse celui dans le conducteur actif.

Selon la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 520 269, un dispositif de détection de courant est utilisé dans la connexion de mise à la masse du conducteur du malade de manière à signaler une condition d'alarme si un courant prédéterminé est détecté. Cependant, lorsque des signaux de coagulation d'un facteur de crête élevé (défini comme la valeur de crête en tension ou en intensité divisée par la valeur efficace) sont utilisés, l'amplitude des harmoniques les plus élevées du signal de sortie du générateur augmente, augmentant ainsi le courant de fuite par le conducteur actif, par sa capacité répartie à la masse. Ce courant peut aussi être détecté par le détecteur de courant et tend à déclencher une alarme gênante, étant donné que ce courant n'est pas dangereux pour le malade.

Un autre objet de l'invention consiste à proposer un circuit de sécurité du type décrit ci-dessus, dans lequel un seuil variable dynamiquement est utilisé pour permettre au seuil

le plus bas possible de déclencher une alarme, et ce sans produire d'alarme gênante associée avec l'utilisation de signaux de haute performance, comme les signaux de coagulation, avec de fortes tension crête à crête et des facteurs de crête élevés.

- 5           Comme cela est décrit dans la demande de brevet n° 520 269 précitée, il est souhaitable de relier à la masse le conducteur du malade pour les courants à haute fréquence afin d'éviter d'élever ce malade à un potentiel indésirable. En effet, les anesthésistes ont souvent à toucher le malade pendant la procédure
- 10 chirurgicale pour contrôler sa température, sa fréquence cardiaque et autre. Etant donné que la surface de contact avec le malade, due à un léger toucher, est très réduite, la personne qui touche le malade ressent une légère sensation de brûlure si ce dernier est élevé à un potentiel anormal. Cette sensation de brûlure
- 15 n'est généralement pas dangereuse, mais souvent déconcertante. Si le conducteur du malade est isolé de la masse en haute fréquence, les courants de fuite précités provenant du conducteur actif, vers la masse, peuvent élever le potentiel du malade par rapport à la masse en raison du couplage de ce courant par la capacité
- 20 répartie entre le conducteur du malade et la masse. Le courant de fuite entre le conducteur actif et la masse augmente avec le facteur de crête, par exemple. Par conséquent, lorsqu'un niveau de performance élevée est désiré, il est difficile d'utiliser un circuit de sortie isolé puisque le potentiel du conducteur du
- 25 malade s'élève à un niveau indésirable et par conséquent, il doit être amené à la masse en haute fréquence. En outre, si l'électrode active d'un circuit de sortie isolé entre en contact accidentellement avec un objet à la masse, le malade passe au potentiel de sortie totale du générateur s'il n'est pas maintenu aux environs
- 30 du potentiel de la masse pour le courant à haute fréquence. C'est là une autre raison de relier le conducteur du malade à la masse pour les hautes fréquences.

- Cependant, la mise à la masse du conducteur du malade est indésirable aux basses fréquences, par exemple à la fréquence
- 35 d'alimentation de 50 Hertz. En effet, si le malade entre en contact avec par exemple un élément d'équipement défectueux qui se trouve au potentiel du secteur, ce potentiel s'écoule à travers le corps du malade vers son conducteur à la masse, avec un danger

extrême d'électrocution. Ainsi, aux fréquences du secteur et similaires il est souhaitable d'isoler le conducteur du malade de la masse et par conséquent, de ne pas fermer de circuit quand des tensions élevées à la fréquence du secteur peuvent circuler dans le malade par contact accidentel avec un élément d'équipement défectueux. Selon la demande de brevet précitée, ce résultat est obtenu grâce à un circuit sensible à la fréquence entre le conducteur du malade et la masse, de manière qu'une impédance faible soit présentée au courant de haute fréquence et qu'une impédance élevée soit présentée au courant à la fréquence du secteur et autre. Ce résultat peut être obtenu par un choix approprié d'un condensateur dont la capacité est suffisamment basse pour présenter une haute impédance aux fréquences basses, et suffisamment importante pour présenter une basse impédance en haute fréquence, dans le cadre de cette demande de brevet, ces hautes fréquences se situant entre 200 kHz et 5 MHz, ceci à titre non limitatif. Une limite inférieure à la capacité d'un condensateur qui peut être utilisée est due à la tension sur le conducteur du malade. Comme cela a été indiqué ci-dessus, cette tension ne doit pas élever trop haut le potentiel du corps du malade. Comme cela a également été indiqué ci-dessus, lorsque des générateurs électro-chirurgicaux sont utilisés, fonctionnant à un niveau élevé de performance, des tensions élevées sont souvent employées. Il y a donc tendance que la tension aux bornes du condensateur augmente avec ces tensions élevées.

L'invention a pour autre objet de réaliser un circuit qui diminue la tension effective aux bornes du condensateur dans un circuit sensible à la fréquence du type décrit ci-dessus, permettant d'utiliser ainsi un condensateur de plus faible capacité, tout en diminuant simultanément sa tension aux bornes.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation et en se référant au dessin annexé sur lequel :

la figure unique est un schéma d'un exemple de mode de réalisation de l'invention.

La figure montre donc qu'un générateur à haute fréquence attaque un transformateur d'isolement 12 comprenant un

enroulement primaire 14 et trois enroulements secondaires 16, 18 et 22. Le circuit de sortie connecté à l'enroulement secondaire 16 comporte un conducteur actif 24 et un conducteur du malade ou de retour 26. Le conducteur actif est connecté à un instrument électro-chirurgical 28 comprenant une électrode active 30 qui convient pour un mode opératoire chirurgical sur un malade 32. Ce dernier est normalement disposé sur une électrode indifférente ou d'un malade 34, et le courant provenant de l'électrode 30 passe normalement par le corps du malade vers son électrode 34 de grande surface, et revient à l'enroulement 16 par le conducteur 26. Des condensateurs 36 et 38 sont intercalés dans les conducteurs 24 et 26 et présentent une impédance élevée à la circulation des courants de basse fréquence dans le malade. Ces courants sont des sous-harmoniques résultant du redressement qui se produit à la surface de contact entre l'électrode active et le malade, ces sous-harmoniques étant de fréquence basse et potentiellement dangereuses pour le malade. Mais, en raison de l'impédance présentée à ces courants par les condensateurs 36 et 38, leur amplitude est maintenue à un niveau non dangereux.

Si une discontinuité se produit dans le circuit du malade comprenant le conducteur 26 et la borne 34, une situation potentiellement dangereuse pour le malade peut se présenter. En général, cette discontinuité peut se produire si le malade perd contact avec l'électrode 34, ou s'il se produit une rupture du conducteur 26, ou encore à la connexion de ce conducteur avec la borne 34 ou l'enroulement 16. En raison de la capacité répartie 40 du conducteur actif à la masse, le courant de l'électrode active 30 s'écoule également à la masse. Comme cela sera expliqué plus en détails par la suite, le conducteur 26 est maintenu près du potentiel de la masse par un circuit de retour en courant alternatif, sensible à la fréquence, désigné globalement par 42 et comprenant une résistance 44 et un condensateur 46. Ainsi, tant que le circuit du malade est fermé, le courant qui y circule passe principalement par le conducteur 26 et l'électrode 34. Mais, si une discontinuité se produit, ce circuit est interrompu et le courant dans le corps du malade cherche un autre circuit à la masse. Ce circuit peut être présenté par la capacité 48, c'est à dire la capacité entre le corps du malade et la masse. Mais,

si le malade est en contact par inadvertance avec un objet à la masse, ce circuit de plus faible impédance est préféré, comme cela est indiqué en 50. Si le point de contact 52 entre le malade et l'objet à la masse est petit, la densité de courant en ce point est élevée, avec la probabilité associée qu'une brûlure se produise en ce point, particulièrement si la discontinuité dans le circuit du malade et le contact accidentel avec l'objet à la masse 50 n'est pas détecté pendant une longue période. Cela peut très bien se produire si le point de contact est recouvert par un drap ou autre.

Dans le but d'éliminer cet inconvénient, un circuit est prévu pour déclencher une alarme ou prendre toute autre mesure appropriée à la détection d'une discontinuité dans le circuit du malade. Il faut d'abord noter que le courant provenant de l'électrode active se divise normalement entre deux circuits, le premier passant par le malade et son électrode 34 vers le conducteur 36 et par conséquent en retour à l'enroulement 16 et le second par la capacité 48 à la masse, et de là par le condensateur 46 et la résistance 44, en retour au conducteur 26. Le courant dans ce second circuit est normalement très faible et le courant provenant de l'électrode 34 est pratiquement égal à celui qui provient de l'électrode 30. Mais lorsqu'une discontinuité se produit dans le conducteur du malade, le courant provenant de l'électrode 34 est nettement inférieur à celui dans l'électrode 30, et c'est ce principe qui est utilisé pour détecter une discontinuité dans le circuit du malade. Le même principe est appliqué dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 683 923 précitée.

Par conséquent, un transformateur d'intensité 53 avec un blindage à la masse, contrôle le courant dans le conducteur actif 24, son enroulement primaire 54 étant connecté en série dans ce conducteur. Un transformateur d'intensité 56 similaire contrôle le courant dans le conducteur du malade 26 et son enroulement primaire 58 est connecté en série avec ce conducteur. Le courant à haute fréquence qui circule dans le conducteur actif induit un courant dans l'enroulement secondaire 60 du transformateur 53, et ce courant est redressé par un pont à diodes 62 disposé entre le conducteur 64 et le conducteur de masse 66. D'une manière similaire, le courant qui circule dans le conducteur du malade



26 induit un courant dans l'enroulement secondaire 68 du transformateur 56, ce courant étant redressé par un pont à diodes 70, également disposé entre les conducteurs 64 et 66. Les ponts 62 et 70 sont polarisés en opposition, de sorte que leurs contributions aux courants qui circulent dans les conducteurs 64 et 66 s'annulent pratiquement, puisqu'elles sont pratiquement égales et de sens opposés.

Un filtre 71 comprenant une résistance 72 et un condensateur 74 est utilisé pour filtrer le courant dans le conducteur 64 et la tension aux bornes de la résistance 72 est utilisée pour déclencher un comparateur 76 chaque fois que la différence de potentiel aux bornes de cette résistance dépasse celle établie par un potentiel de référence 78. Une résistance 80 et un condensateur 82 couplent le potentiel aux bornes de la résistance 72 au comparateur 76 tandis que des résistances 84 et 86 et un condensateur 88 couplent le potentiel de référence au comparateur.

La sortie du comparateur déclenche un redresseur commandé au silicium 90, par un circuit de couplage comprenant une résistance 92, un condensateur 94 et une résistance 96. Le déclenchement de ce redresseur entraîne une action appropriée, par exemple le déclenchement d'une alarme 98 ou l'arrêt du générateur, momentanément comme le décrit la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 520 269 précitée ou de façon permanente jusqu'à ce que la discontinuité soit éliminée.

Il importe de noter que le circuit de détection ci-dessus ne réagit qu'aux signes des courants qui circulent dans le conducteur actif et le conducteur du malade. Autrement dit, il ne détecte qu'un courant de conducteur actif dépassant nettement le courant dans le conducteur du malade et non réciproquement. La tension de référence de la source 78 peut être par exemple -5 volts. Ce n'est que si la tension appliquée par la résistance 80 est inférieure à -5 volts, que le comparateur 76 déclenche le redresseur 90. Ainsi, si une discontinuité du circuit du malade se produit, le courant cesse de circuler dans le pont 70. Mais le courant qui circule dans le pont 62 persiste et la tension négative aux bornes de la résistance 72 augmente jusqu'à ce qu'elle soit suffisante pour déclencher le comparateur. Normalement, le courant qui circule dans le pont 70 compense celui qui circule dans le pont 62 et

par conséquent, le potentiel aux bornes de la résistance 72 reste aux environs du potentiel de la masse, ce qui bien entendu est insuffisant pour déclencher le comparateur.

Il existe des modes opératoires chirurgicaux dans lesquels  
5 il est souhaitable de disposer de deux générateurs différents avec leurs instruments respectifs en contact avec le malade quand l'un des générateurs fonctionne et l'autre est au repos. Dans ce cas, le courant provenant du générateur actif se divise entre sa propre électrode de malade et celle du générateur au repos. Ainsi,  
10 le courant qui circule dans le conducteur du malade du générateur au repos dépasse celui qui circule dans son conducteur actif.

Avec des circuits de sécurité tels que ceux décrits dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 683 923 et la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 520 269, cette condition  
15 déclenche une alarme gênante, c'est à dire la signalisation d'une alarme alors que le malade n'est pas en danger. Mais selon l'invention, le courant qui circule dans le pont 70 dépasse largement celui qui circule dans le pont 62. Le potentiel aux bornes de la résistance 72 augmente donc positivement par rapport à la masse.  
20 Ceci écarte davantage la tension aux bornes de la résistance 72 de la valeur nécessaire pour déclencher le comparateur 76. Ainsi, comme cela a été indiqué ci-dessus, le circuit de détection selon l'invention est sensible aux signes du courant qui circule dans le conducteur actif et le conducteur du malade, de sorte que seul  
25 un excès substantiel du courant dans le conducteur actif sur celui dans le conducteur du malade est détecté pour déclencher l'alarme 98 ou pour prendre toute autre mesure appropriée.

Un niveau élevé de performance du générateur de haute fréquence 10 est très souvent désiré. Il en est ainsi par exemple  
30 pour les signaux de coagulation, avec un facteur de crête élevé, qui sont utilisés avec une tension crête à crête élevée, le niveau d'amplitude du signal de sortie pouvant être réglé. Un générateur qui produit des signaux de ce genre est décrit par exemple dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 963 030.

35 Les courants de fuite par la capacité répartie 40 augmentent avec les signaux de haute performance du type décrit ci-dessus, en raison de leur niveau élevé et de leur forte teneur en harmoniques, l'intensité du courant de fuite augmentant avec le niveau

du signal de sortie. Le circuit emprunté par ce courant passe par la capacité répartie 40 vers la masse, par le condensateur 46, la résistance 44, le condensateur 38, l'enroulement secondaire 16 et l'enroulement primaire 54, en retour vers la capacité parasite 40. Ainsi, le courant qui circule dans l'enroulement 54 tend à dépasser le courant qui circule dans l'enroulement 58, d'une valeur qui correspond au courant de fuite. Par ailleurs, quand le niveau du signal de sortie provenant du générateur 10 augmente, le courant dans l'enroulement 54 dépasse celui de l'enroulement 58. Le courant supplémentaire dû au courant de fuite dans le pont à diodes 62 est d'une polarité telle qu'il décale la tension aux bornes de la résistance 72 vers la tension seuil ou de référence du comparateur 76. Il y a donc un risque qu'un déclenchement intempestif se produise, en raison du courant de fuite.

15 Dans le but de compenser le courant de fuite, un enroulement secondaire 18 est prévu sur le transformateur 12 et fournit un courant à un pont redresseur 100 par l'intermédiaire d'un condensateur variable 102. La polarité du courant dans le pont 100 est opposée à celle du pont 62 et compense l'augmentation du courant dans le pont 62 par suite d'un courant de fuite dans la capacité répartie 40. En particulier, le condensateur 102 est réglable dans une plage qui correspond à la valeur de la capacité de fuite 40. Cette dernière est généralement de l'ordre de 80 pF, bien que le condensateur variable 102 puisse aller de 2,4 à 24,5 pF. La valeur sur laquelle le condensateur variable 102 est réglé correspond à la valeur de la capacité répartie 40, afin que le courant qui circule dans le pont 100 compense toute augmentation de courant dans le pont 62 par le courant de fuite. Il faut noter que si le niveau de sortie du générateur 10 est changé, le courant de fuite change aussi et le courant de compensation correspondant dans le pont 100 change également puisque la tension aux bornes de l'enroulement secondaire 18 correspond à la tension appliquée au conducteur actif pour produire le courant de fuite. Ainsi, le circuit comprenant l'enroulement secondaire 18, le condensateur variable 102 et le pont 100 assurent une compensation variable dynamiquement. Le seuil fixe établi par la tension de référence 78 s'ajoute au décalage variable du pont 100, de sorte que le comparateur 70 ne déclenche pas tant que la différence entre le

courant du conducteur actif et le courant du conducteur du malade ne dépasse pas un seuil variable dynamiquement comprenant un seuil fixe de la source 78 augmenté de la compensation variable du pont 100. Ainsi, les variations de réglage du niveau de sortie  
5 du générateur à haute fréquence sont compensées dans le circuit de sécurité selon l'invention, de sorte que le seuil fixe établi par la source de référence 78 peut être réglé aussi bas que possible sans danger de déclenchement intempestif. Le réglage du seuil fixe aussi bas que possible augmente la sécurité du malade.

10 La fonction du circuit 42 sensible à la fréquence est de présenter un circuit de haute impédance à la masse à partir du conducteur du malade aux fréquences du secteur et autre, tout en maintenant un circuit de basse impédance en haute fréquence. L'impédance du circuit à la fréquence du secteur ou similaire doit être  
15 élevée en raison de la possibilité que le malade touche un élément d'équipement défectueux à un potentiel élevé en basse fréquence. Si le conducteur du malade 26 était au potentiel de la masse dans cette plage de fréquence, un courant extrêmement dangereux pourrait circuler dans le corps du malade vers la masse par  
20 l'électrode 34 et le conducteur 26. Pour éviter ce risque, la capacité du condensateur 46 est choisie suffisamment basse pour établir le circuit de haute impédance voulue entre le conducteur du malade et la masse, à la fréquence du secteur. Comme cela apparaîtra plus en détails par la suite, l'enroulement secondaire  
25 22 du transformateur 12 peut être utilisé pour abaisser encore la valeur du condensateur 46 et augmenter par conséquent l'isolement entre le conducteur 26 et la masse à la fréquence du secteur.

La capacité du condensateur 46 en haute fréquence est suffisamment élevée pour établir un circuit de basse impédance entre  
30 le conducteur du malade et la masse, afin de maintenir ce malade à un potentiel bas. Jusqu'à présent, des circuits de sortie isolés ont été utilisés, dans lesquels le conducteur du malade était isolé de la masse, aussi bien à la fréquence du secteur qu'en haute fréquence. Le potentiel du malade pouvait alors s'élever  
35 à des niveaux indésirables, pour différentes raisons. Par exemple, si l'électrode active 30 vient par inadvertance en contact avec un objet à la masse, toute la tension de sortie du générateur est appliquée au malade. En outre, des courants de fuite élevés par

la capacité répartie entre le conducteur actif et la masse, et en retour par la capacité entre le conducteur du malade et la masse, peuvent également élever le potentiel du malade jusqu'à un niveau tel que si une personne comme un anesthésiste touche  
5 légèrement le malade, il perçoit une légère sensation de brûlure déconcertante.

Selon l'invention, cet inconvénient est réduit au minimum grâce au circuit de basse impédance en haute fréquence établi par le circuit 42 sensible à la fréquence, dont l'impédance est  
10 nettement inférieure à celle de la capacité répartie 104 entre le conducteur du malade 26 et la masse.

Un circuit sensible à la fréquence du type ci-dessus a déjà été décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 520 269 précitée. Selon l'invention, l'efficacité de ce  
15 circuit peut être améliorée en utilisant un enroulement secondaire 22 du transformateur 12 et un condensateur 106, de manière qu'un courant soit dirigé par le condensateur 46, ce dernier courant étant déphasé par rapport à celui qui circule dans ce condensateur sous l'effet du courant provenant de l'électrode  
20 active 30. Comme cela a été indiqué ci-dessus, le courant provenant de l'électrode 30 se divise normalement entre deux circuits, dont l'un contient le circuit 42 sensible à la fréquence. L'intensité du courant fourni par l'enroulement secondaire 22 et le condensateur 106 doit être une partie de l'intensité maximale  
25 du courant qui doit circuler dans le condensateur 46 en raison du courant provenant de l'électrode active 30, c'est à dire le courant qui déclenche le comparateur 70 pour indiquer une condition d'alarme. En général, le courant de compensation est de l'ordre de la moitié de cette intensité maximale et réduit par  
30 conséquent le potentiel sur le conducteur 26 à une valeur qui peut être tolérée par le malade, même si elle est voisine de l'intensité maximale du courant qui circulait. La valeur du condensateur 46 peut être 1500 pF. Mais, si le circuit comprenant le transformateur 22 et le condensateur 106 ne sont pas utilisés,  
35 cette valeur doit être augmentée jusqu'à environ 2500 pF pour assurer un potentiel suffisamment bas du malade quand le courant maximal circule. En général, le potentiel du malade ne doit pas dépasser 30 volts. Ainsi, la capacité du condensateur 46 peut

être diminuée jusqu'à une valeur plus faible, ce qui améliore l'isolement entre le malade et la masse aux fréquences du secteur, tout en maintenant le potentiel à haute fréquence du malade à une valeur inférieure à 30 volts par exemple.

5 Des valeurs sont données ci-après à titre d'exemple non limitatif, pour les composants du circuit représenté. Les valeurs des condensateurs sont données en microfarad et les valeurs des résistances sont en ohm,  $\pm 10\%$ , 0,5 watt, sauf spécification contraire.

10	Condensateurs 36 et 38	0,0047, 6KV
	Résistance 44	100, 3W
	Condensateur 46	1500 pF, 6KV
	Résistance 72	5,6K
	Condensateur 74	0,33, 50V
15	Source de tension de référence 78	-5V
	Résistance 80	100K
	Condensateur 82	0,1, 50V
	Résistance 84	120K
	Résistance 86	10K
20	Condensateur 88	0,01, 100V
	Redresseur commandé au silicium 90	MCR 104
	Résistance 92	2,2K
	Condensateur 94	0,1, 100V
	Résistance 96	10K
25	Condensateur 102	2,4 - 24,5 pF

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art au dispositif qui vient d'être décrit et illustré à titre d'exemple nullement limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1 - Générateur électro-chirurgical, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur de haute fréquence, un instrument électro-chirurgical comprenant une électrode active qui convient pour être appliquée à un malade, un conducteur actif qui conduit le courant  
5 provenant dudit générateur à ladite électrode active, une électrode de malade agencée pour être connectée au malade et à présenter un circuit de basse impédance pour le courant provenant de ladite électrode active, un conducteur de malade qui conduit le courant provenant de ladite électrode de malade en retour vers ledit  
10 générateur, et un circuit de sécurité destiné à ne détecter qu'un excès de courant du conducteur actif par rapport au courant du conducteur du malade, pour indiquer ainsi une discontinuité dans un circuit du malade comprenant ladite électrode du malade et ledit conducteur du malade.

15 2 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit circuit de sécurité comporte un dispositif de contrôle de conducteur actif qui détecte le courant dans ledit conducteur actif, un dispositif de contrôle de conducteur de malade qui détecte le courant dans le conducteur du malade, un redresseur  
20 de courant actif qui redresse le courant détecté dans le conducteur actif par le dispositif de contrôle de conducteur actif, un redresseur de courant du malade qui redresse le courant détecté par ledit dispositif de contrôle de conducteur de malade, un dispositif qui soustrait l'un de l'autre les courants redressés pro-  
25 duits par ledit redresseur de courant actif et ledit redresseur de courant de malade, et un dispositif de détection qui ne donne une indication que si le courant du conducteur actif redressé dépasse le courant du conducteur du malade redressé.

30 3 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le niveau du signal de sortie du générateur à haute fréquence est réglable, ledit circuit de sécurité détectant un excès du courant dans le conducteur actif par rapport au courant dans le conducteur de retour et comprenant un dispositif à seuil qui in-  
35 dique une condition d'alarme lorsque le courant dans le conducteur actif dépasse le courant dans le conducteur du malade d'un niveau

seuil établi par ledit dispositif à seuil, ledit dispositif à seuil comportant un dispositif de compensation qui modifie dynamiquement ledit niveau seuil, ledit dispositif de compensation réagissant aux réglages du niveau du signal de sortie dudit générateur de manière que ledit circuit de sécurité réagisse à des différences attendues entre ledit courant du conducteur actif et ledit courant du conducteur du malade dans des conditions normales en établissant ainsi un seuil qui varie dans différentes conditions et qui compense la tendance desdits réglages de signaux de déclencher prématurément ladite condition d'alarme lorsqu'il n'y a aucun danger pour ledit malade.

4 - Générateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit dispositif de compensation produit un courant de compensation qui est fonction du courant de fuite qui circule par la capacité répartie entre le conducteur actif et la masse, ledit dispositif de compensation comprenant un dispositif qui soustrait ledit courant de compensation de la différence entre le courant dans le conducteur actif et le courant dans le conducteur du malade, détectée par ledit circuit de sécurité.

5 - Générateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit dispositif de compensation comporte un redresseur de compensation et un circuit de couplage qui couple une partie du courant de sortie dudit générateur à haute fréquence avec ledit dispositif redresseur de compensation qui réagit en produisant ledit courant de compensation, ledit courant de compensation étant soustrait de la différence entre le courant de conducteur actif redressé et le courant de conducteur de malade redressé, en compensant ainsi ladite tendance desdits réglages des signaux à déclencher prématurément ladite condition d'alarme.

6 - Générateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit circuit de couplage comporte un condensateur variable dont la capacité peut être réglée à une valeur qui correspond à la valeur de ladite capacité répartie entre le conducteur actif et la masse.

7 - Générateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit de retour de courant alternatif sensible à la fréquence connecté entre ledit conducteur de malade et la masse, l'impédance de ce circuit étant élevée aux fréquences



basses et passe aux fréquences de sortie du générateur à haute fréquence, le courant dans ledit dernier circuit étant une fonction de la différence entre le courant dans le conducteur actif et le courant dans le conducteur de malade quand ledit circuit de sécurité indique le niveau du courant à haute fréquence qui circule dans ledit circuit de retour de courant alternatif.

8 - Générateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit circuit de retour de courant alternatif sensible à la fréquence comporte un condensateur, ledit générateur électro-chirurgical comportant un dispositif de réduction de tension qui diminue la tension aux bornes dudit condensateur de manière qu'il puisse avoir une plus petite valeur de capacité, en établissant ainsi un circuit d'impédance plus élevée vers la masse en basse fréquence tout en maintenant la tension sur ledit conducteur du malade à un niveau qui n'est pas dangereux pour ce malade.

9 - Générateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit dispositif de réduction de tension comporte un dispositif de couplage d'une partie du courant de sortie dudit générateur à haute fréquence avec ledit condensateur, ledit dernier courant étant déphasé par rapport au courant qui circule dans ledit condensateur par suite du courant dans le conducteur actif, de manière à réduire ainsi la tension aux bornes dudit condensateur.

10 - Générateur selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite partie du courant de sortie du générateur consiste en une fraction du courant maximal qui circule dans ledit condensateur sous l'effet du courant dans le conducteur actif, ledit courant maximal se présentant lorsqu'une discontinuité est indiquée par ledit circuit de sécurité.

11 - Générateur électro-chirurgical, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur de haute fréquence dont le niveau du signal de sortie est réglable, un instrument électro-chirurgical comprenant une électrode active qui convient pour l'application à un malade, un conducteur actif qui conduit le courant du générateur vers ladite électrode active, une électrode de malade connectée audit malade et présentant un circuit de basse impédance pour le courant provenant de ladite électrode active, un circuit de sécurité destiné à détecter un excès du courant dans le conducteur

actif sur le courant dans le conducteur de retour et comprenant un dispositif à seuil qui indique une condition d'alarme lorsque le courant dans le conducteur actif dépasse le courant dans le conducteur du malade d'un niveau seuil établi par ledit dispositif à seuil, ledit dispositif à seuil comportant un dispositif de compensation qui modifie dynamiquement ledit niveau seuil, ledit dispositif de compensation réagissant aux réglages du niveau du signal de sortie dudit générateur de manière à compenser la tendance desdits réglages du signal de déclencher prématurément ladite condition d'alarme lorsqu'il n'y a aucun danger pour ledit malade.

12 - Générateur selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit dispositif de compensation produit un courant de compensation qui est fonction du courant de fuite qui circule dans la capacité répartie entre le conducteur actif et la masse, ledit dispositif de compensation comportant un dispositif qui soustrait ledit courant de compensation de la différence entre le courant dans le conducteur actif et le courant dans le conducteur du malade, détectée par ledit circuit de sécurité.

20 13 - Générateur selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit circuit de sécurité comporte un dispositif de contrôle du conducteur actif qui détecte le courant dans ledit conducteur actif, un dispositif de contrôle du conducteur du malade qui détecte le courant dans le conducteur du malade, un redresseur de courant actif qui redresse le courant détecté dans le conducteur actif par le dispositif de contrôle de conducteur actif, un redresseur de courant de malade qui redresse le courant détecté par ledit dispositif de contrôle du conducteur du malade, un dispositif qui soustrait l'un de l'autre les courants redressés produits par lesdits redresseurs de courant actif et de courant du malade, et un détecteur qui ne donne une indication que si le courant dans le conducteur actif redressé dépasse le courant dans le conducteur du malade redressé.

14 - Générateur selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit dispositif de compensation comporte un redresseur de compensation et un circuit de couplage qui couple une partie du courant de sortie dudit générateur à haute fréquence avec ledit redresseur de compensation, et qui y réagit en produisant ledit

courant de compensation, ledit courant de compensation étant soustrait de la différence entre le courant dans le conducteur actif redressé et le courant dans le conducteur du malade redressé de manière à compenser la tendance desdits réglages du signal à déclencher prématurément ladite condition d'alarme.

5 15 - Générateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit circuit de couplage comporte un condensateur variable dont la capacité peut être réglée à une valeur qui correspond à la valeur de ladite capacité répartie entre le conducteur  
10 actif et la masse.

15 16 - Générateur électro-chirurgical, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur d'énergie électrique à haute fréquence, un instrument électro-chirurgical comprenant une électrode active destinée à être appliquée à un malade, un conducteur actif qui  
20 conduit le courant du générateur à ladite électrode active, une électrode de malade destinée à être connectée audit malade et présentant un circuit de basse impédance pour le courant provenant de ladite électrode active, un conducteur de malade qui conduit le courant provenant de l'électrode du malade en retour  
25 vers ledit générateur, un circuit de sécurité destiné à détecter un excès de courant dans le conducteur actif sur le courant dans le conducteur du malade de manière à indiquer une discontinuité dans le circuit du malade contenant ladite électrode du malade et ledit conducteur du malade, et un circuit de retour de  
30 courant alternatif sensible à la fréquence connecté entre ledit conducteur du malade et la masse et comprenant un condensateur, l'impédance dudit circuit étant élevée aux basses fréquences et basse aux fréquences de sortie du générateur de haute fréquence, le courant dans ledit dernier circuit étant fonction de la différence entre le courant dans le conducteur actif et le courant  
35 dans le conducteur du malade, ledit circuit de sécurité indiquant l'intensité du courant à haute fréquence qui circule dans ledit circuit de retour de courant alternatif, et un dispositif de réduction de tension étant prévu pour diminuer la tension aux bornes dudit condensateur de manière qu'il puisse avoir une faible valeur de capacité, en établissant ainsi un circuit d'impédance plus élevée à la masse pour les basses fréquences tout en maintenant la tension sur ledit conducteur du malade à

un niveau qui n'est pas dangereux pour le malade.

17 - Générateur selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit dispositif de réduction de tension comporte un dispositif qui couple une partie du courant de sortie dudit générateur de haute fréquence avec ledit condensateur, ledit dernier courant étant déphasé par rapport au courant qui circule dans ledit condensateur sous l'effet du courant dans le conducteur actif, de manière que la tension aux bornes du condensateur soit réduite.

18 - Générateur selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite partie du courant de sortie du générateur consiste en une fraction du courant maximal qui circule dans ledit condensateur sous l'effet du courant dans le conducteur actif, ledit courant maximal apparaissant quand ladite discontinuité est indiquée par ledit circuit de sécurité.

19 - Procédé électro-chirurgical, caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à produire un signal de haute fréquence, à appliquer à un malade un instrument électro-chirurgical comprenant une électrode active, à conduire un courant dudit générateur à ladite électrode active par un conducteur actif, à connecter une électrode de malade audit malade pour présenter un circuit de basse impédance au courant provenant de ladite électrode active, à conduire un courant de ladite électrode du malade en retour vers ledit générateur par un conducteur du malade, et à ne détecter qu'un excès du courant dans le conducteur actif sur le courant dans le conducteur du malade afin d'indiquer ainsi une discontinuité dans le circuit du malade contenant ladite électrode du malade et ledit conducteur du malade.

20 - Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le niveau du signal provenant dudit générateur à haute fréquence est réglable, ladite opération de détection consistant à détecter un excès du courant dans le conducteur actif sur le courant dans le conducteur de retour et à indiquer une condition d'alarme lorsque le courant dans le conducteur actif dépasse d'un niveau seuil le courant dans le conducteur du malade, ledit procédé consistant également à modifier dynamiquement ledit niveau seuil pour compenser la tendance des réglages du niveau du signal de haute fréquence produit, à déclencher des conditions d'alarme ou pour augmenter ledit niveau seuil.

- 21 - Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il consiste également à prévoir un circuit de retour en courant alternatif sensible à la fréquence connecté entre ledit conducteur du malade et la masse, et comprenant un condensateur, l'impédance
- 5 dudit circuit étant élevée aux basses fréquences et basse aux fréquences de sortie dudit générateur à haute fréquence, le courant dans ledit dernier circuit étant fonction de la différence entre le courant dans le conducteur actif et le courant dans le conducteur du malade, ledit circuit de sécurité indiquant le niveau
- 10 du courant à haute fréquence qui circule dans ledit circuit de retour en courant alternatif, le procédé consistant également à réduire la tension aux bornes dudit condensateur en lui appliquant un courant déphasé par rapport au courant qui y circule sous l'effet du courant dans le conducteur actif, de manière que ledit
- 15 condensateur puisse avoir une petite valeur de capacité tout en présentant une impédance plus élevée à la masse aux basses fréquences, et en maintenant en même temps la tension dudit conducteur du malade à un niveau qui n'est pas dangereux pour le malade.

